

## LÍNIES DE RECERCA EN BIOQUÍMICA D'ALIMENTS A L'ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA

R. Clotet i Ballús  
*Catedràtic de Bioquímica*

El Departament d'Indústries Agro-alimentàries de l'Escola desenvolupa, en la seva unitat de Bioquímica, una línia de recerca que intenta situar els coneixements en l'àrea específica de la bioquímica aplicada als productes agraris i molt especialment als canvis que es produeixen durant l'emmagatzematge o en el seu processament en productes alimentaris (productes de segona transformació) i en la seva vida comercial posterior.

En la natura, el producte agro-alimentari ha estat obtingut per un procés bioquímic de síntesi, en general perfectament conegut i que correspon a les vies clàssiques del metabolisme i de tots els sistemes de regulació involucrats. Però quan el sistema biològic és destruït com a tal, i quan generalment una part d'aquest és utilitzat com a producte final o primera matèria, l'objectiu final del sistema bioquímic viu ja no existeix; si que existeixen, però, en la fracció utilitzada, els substrats, els metabòlits i tot el conjunt d'equips enzimàtics que poden actuar sobre ells. Però hi ha profundes diferències entre aquesta nova situació i la clàssica: l'aportació de substrat, el consum de metabòlits, l'aportació d'energia en forma d'ATP o equivalents, i la biosíntesi regulada genèticament estan bloquejades, mentre que els sistemes de regulació més sofisticats tendeixen a no

funcionar, en haver-se perdut la finalitat global del funcionament bioquímic. Per altra banda, noves condicions químicofísiques afecten el conjunt: noves temperatures, tensió d'oxigen, ruptura de teixits cel·lulars, acció catalítica de la llum, etc. Aquesta doble situació (canvis en l'estructura bioquímica global i noves condicions químicofísiques externes), provoca que les reaccions bioquímiques que poden tenir lloc no es regeixin pels paràmetres clàssics del metabolisme, tant en camins com en finalitat, i que per tant la bioquímica dels productes agro-alimentaris, des del moment de la seva desaparició com a estructura viva fins al moment de la seva utilització, tingui unes vies pròpies diferents del metabolisme clàssic i variades en funció de les condicions externes imposades pel sistema. Quan un aliment encara forma part d'un sistema viu, les reaccions bioquímiques possibles vénen condicionades i regulades per la finalitat global del sistema. Aïllat del sistema, l'única limitació són les condicions termodinàmiques de la possibilitat/impossibilitat d'una reacció. D'aquí la gran diversitat de camins i l'interès de sistematitzar les possibles reaccions en funció de les condicions externes imposades (condicions de processament i/o emmagatzematge).

Dins d'aquesta línia conceptual, les ac-

tivitats de la unitat de Bioquímica es poden concretar avui dia en les línies següents:

- Evolució de components bioquímics en la maduració i emmagatzematge de fruites i vegetals. Influència de tractaments previs i de condicions climàtiques.
- Components bioquímics i la seva evolució en carns, en funció de l'alimentació i d'altres condicions «ante mortem».
- Canvis bioquímics per reaccions no enzimàtiques en diversos tipus d'aliments i en diferents condicions. Models matemàtics.
- Cinètica de reaccions enzimàtiques específiques.

Si bé l'Escola no ha disposat d'una àrea de laboratori dedicada específicament a bioquímica fins fa uns quatre anys, ja s'han començat a recollir resultats en alguna de les àrees anunciades abans. Cal afegir que s'ha iniciat una bona col·laboració amb les àrees de Fitotècnia i de Zootècnia, ja que molts dels treballs bioquímics anunciats són la recerca de l'explicació teòrica a metodologies aplicades o l'intent de buscar nous horitzons teòrics que després puguin ser aplicats. Així, doncs, el servei de Bioquímica resta obert i interessat en treballs intercol·laboratius amb els diversos departaments.

La base de la labor realitzada ha estat sobretot una sèrie de treballs de final de carrera d'alumnes de l'Escola, que s'han orientat cap a la recerca en les àrees citades. També s'ha realitzat un contracte de recerca amb la indústria en el camp de les reaccions enzimàtiques aplicades, que ha proporcionat una plaça de becari per a 1988.

Pot ser interessant, per ampliar i possiblement puntualitzar més les idees per al

lector, descriure breument, però en concret, els treballs ja realitzats o en curs avançat de realització.

Dins la línia d'estudi d'evolució dels components bioquímics en productes vegetals i de la manera com l'evolució de la conservació pot ser influenciada pels tractaments fitohormonals previs, cal citar el treball de SABATER, A.; BOTA, E.; CLOTET, R. (1989), que demostra la influència de certs tractaments previs com el clorur de clorocolina (CCC) sobre l'augment de l'activitat metabòlica durant l'emmagatzematge de peres (*Pyrus comm.* L.) enfront d'altres tractaments (Fig. 1). Evidentment, una major activitat metabòlica en l'emmagatzematge condiciona una pitjor qualitat de la pera a la recepció per part del consumidor. Aquests treballs han portat col·lateralment a un tema inicialment més teòric com pot ser la influència de l'assolament en l'activitat enzimàtica del fruit. SABATER, A. i CLOTET, R. (1986) ho han demostrat en peres. Actualment, altres components de l'equip (BADIA, M.) ho estan estudiant en altres fruites.

En l'apartat de la bioquímica de productes procedents del món animal i de la seva evolució deguda a les condicions «ante mortem», cal assenyalar el treball de COLOMER, Y., CLOTET, R. (1989), que aporta dades sobre aspectes poc treballats de la composició bioquímica de la carn de cargol. Per una banda, s'ha estudiat, bastant exhaustivament, la composició de la carn de cargol, quantificant molts paràmetres, sobre els quals fins ara no es disposava de valors bibliogràfics moderns, i per l'altra, s'ha estudiat la seva evolució en funció del factor «dejuni» com a característica «ante mortem». El «dejuni» dels cargols abans del seu consum té una ancestral tradició gastronòmica en l'explicació popular que és un factor d'eliminació de possibles fitotòxics. A part d'aquest efecte, els resultats obtinguts —una part dels quals es mostren en la Taula 1— mostren que el de-

juni pot ésser també un camí d'obtenció d'un més gran nombre de monòmers (sucres, aminoàcids, àcids grassos) de coneguda intervenció en la síntesi de productes responsables del gust de la carn. En aquesta mateixa àrea, SALGADO, L. i ANDREU, J.L. estudien les diferències bioquímiques produïdes sobre productes càrnics elaborats, per diferents tractaments energètics (incloses específicament les microones).

El coneixement de l'heterogeneïtat bioquímica en estructures vegetals i de la seva evolució és important per als tractaments i processos posteriors. En aquest camp s'han realitzat treballs en l'àrea de la patata (FRANQUES, N., PEREIRA, A., ESCALAS, M., 1988) tendents a conèixer la diferent distribució de certs paràmetres bioquímics en el tubèrcul i la seva variació en funció de les condicions de cultiu, posant èmfasi en els paràmetres de més importància per al processament (matèria seca, sucres reductors, àcid clorogènic, aminoàcids lliures, activitats enzimàtiques, dimensió de cèl·lula, etc.) i valoració de la seva influència en la qualitat final. Dins aquest capítol, podria incloure's l'estudi de SEGALÉS, C. (1988) sobre l'evolució d'àcids grassos, esterols i àcid clorogènic en tot el cicle de maduració de la garrofa i la posterior evolució durant l'emmagatzematge. O també l'estudi sobre la distribució en l'arrel de pastanagues de carotens, vitamina C, matèria seca i activitat peroxidàsica, i la seva evolució posterior durant l'emmagatzematge en diverses condicions climàtiques (CASAS, M., 1988). Actualment, SEGARRA, R. realitza un treball conceptualment similar en el romaní (*Rosmarinus officinalis*), però posant especial èmfasi en l'evolució d'olis essencials i d'àcids rosmarínics d'importància com a antioxidants alimentaris.

En el camp dels aliments complexos industrialitzats, un estudi ha utilitzat un model d'aliment de composició coneguda i

amb presència d'hidrats de carbó, aminoàcids i lípids, i ha estudiat l'aparició de productes de la reacció de Maillard i derivades en diferents condicions d'emmagatzematge (humitat i temperatura) amb variacions en el model del pH i de l'activitat de l'aigua (ERRUZ, E., 1989). Això ha permès construir un model d'envelliment del producte alimentari complex en funció dels paràmetres enunciats. Aquest model ha estat quantificat per mitjà d'una equació polinòmica que es pot visualitzar a través d'un programa adequat d'ordinador (Fig. 2). Això també permetrà de fixar els intervals de més seguretat per a productes alimentaris de llarga durada. Aquest treball de recerca forma part del programa hispano-americà «Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo / V Centenario CYTED-D / Subprograma Tratamiento y Conservación de Alimentos (Ref. E-8)».

Els estudis que es realitzen sobre cinètica enzimàtica van orientats cap a l'actuació dels enzims en la bioquímica d'aliments i en tots els sectors col·laterals (nutrició per exemple). La velocitat de la hidròlisi del midó, modificat a diferents nivells quantitatius d'acetilació, és estudiada (QUÍLEZ, A., 1988) amb catalitzadors com l'alfa-amilasa, beta-amilasa i àcid clorhídric. Els resultats —alguns dels quals es representen en la Fig. 3— no sols es mostren interessants per les aplicacions industrials, sinó també per les implicacions nutricionals de la digestibilitat dels referits midons.

En les línies i els exemples explicitats s'intenta fer clara la intenció dels treballs de l'àrea de Bioquímica d'aquesta Escola en el sentit que, com a Escola Universitària, vol aplicar els principis de la recerca en una àrea com aquesta, bàsica per a la supervivència de la humanitat. I això tant en el sector primari d'emmagatzematge i distribució de productes agraris i pecuaris com en el secundari de producció d'aliments, en els quals Catalunya té un pes

específic important, i per això mateix cada vegada necessitarà més un suport cien-

tífic i tecnològic, tant a nivell de recerca com de formació de professionals.

## REFERÈNCIES

- ANDREU, J.L.; SALGADO, L. - *Influencia del procesado de alimentos por microondas en la evolución de parámetros bioquímicos de composición en productos cárnicos elaborados*. (Treball en curs).
- BADIA, M. - *Heterogeneïtat de l'activitat de peroxidasa i catalasa en meló, en funció de les zones d'insolació del fruit*. (Treball en curs).
- CASAS, M. - (1988) *Evolución del contenido en materia seca, peroxidasa, carotenos y vit. C en la zanahoria, en función de la zona de la raíz y de las condiciones de almacenamiento*. Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- COLOMER, Y.; CLOTET, R. - (1989) «Paràmetres bioquímics de la carne de caracol (*Helix aspersa*) y su evolución durante el ayuno», en *Anales de Bromatología* (en premsa).
- ERRUZ, E. - (1989) *Cinètica de l'enfosquiment no enzimàtic en un model d'aliment complex a diferents activitats d'aigua*. Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- FRANQUES, N. - (1988) *Variación en el contenido de Materia Seca y Actividad Peroxidásica en el tubérculo de la patata, en función de la localización en el mismo, variedad y abonado*. Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- PEREIRA, A. i ESCALAS, M. - (1988) *Patata. Noves varietats. Correlació entre el seu cultiu i les seves aptituds per a la industrialització*. Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- QUÍLEZ, A. - (1988) *Cinética de la hidrólisis enzimática y química de almidones acetilados*. Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- SABATER, A. i CLOTET, R. - (1986) «Heterogeneïtat de l'activitat peroxidàsica en peres (*Pyrus communis*, L., var. Blanqueta), en funció de les zones d'insolació del fruit», a *Arxius de l'Escola Superior d'Agricultura - Barcelona*. 4a. Sèrie (1986), núm. 9 (47-52).
- SABATER, A.; BOTA, E.; CLOTET, R. - (1989) «Modificacions per tractaments fitohormonals (AG i CCC) en els paràmetres bioquímics de la pera 'blanqueta' durant el seu emmagatzematge» a *Quaderns Agraris* (en premsa).
- SEGALÉS, C. - (1988) *Variació de la composició dels greixos, de la fracció insaponificable i de l'àcid clorogènic durant la maduració de les garrofes* (*Ceratonía siliqua*). Treball final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- SEGARRA, R. - *Evolució dels components bioquímics del romaní* (*Rosmarinus officinalis*) *al llarg de la floració*. (Treball en curs).

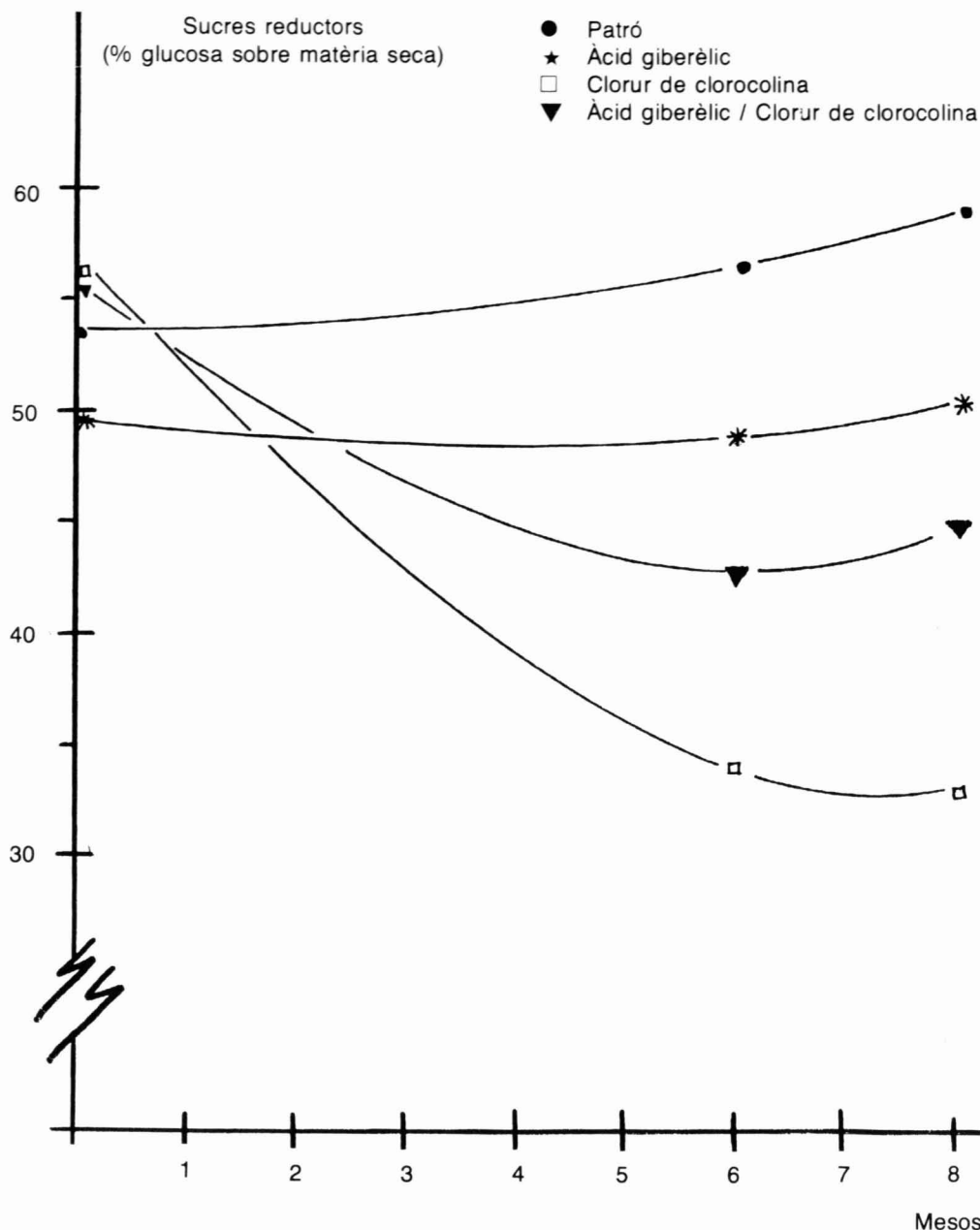


Fig. 1.— Evolució de sucres reductors durant l'emmagatzematge de peres amb diferents tractaments fitohormonal en l'arbre

TAULA 1  
COMPOSICIÓ BIOQUÍMICA I EVOLUCIÓ  
DURANT EL DEJUNI DEL CARGOL EN DIFERENTS CONDICIONS

Paràmetre	Situació 1 inicial	Situació 2 4° - 15 dies	Situació 3 24° - 15 dies
Fracció comestible			
Fracció closca	2,14	1,65	1,24
<i>Composició fracció comestible %</i>			
— Humitat	76,54	78,08	79,06
— Nitrogen	1,7290	1,6418	1,6019
— Proteïna (N × 6,25)	10,8103	10,2607	10,0114
— Creatinina	0,1232	0,1488	0,1725
— Glucogen	3,200	2,207	1,409
— Àcid làctic	0,0053	0,0039	0,0024
— Cendres	9,10	9,13	9,13
— Extracte eteri total	1,0815	1,0017	0,9130
— Colesterol (mgr./gr.)	0,2795	0,2200	0,2215

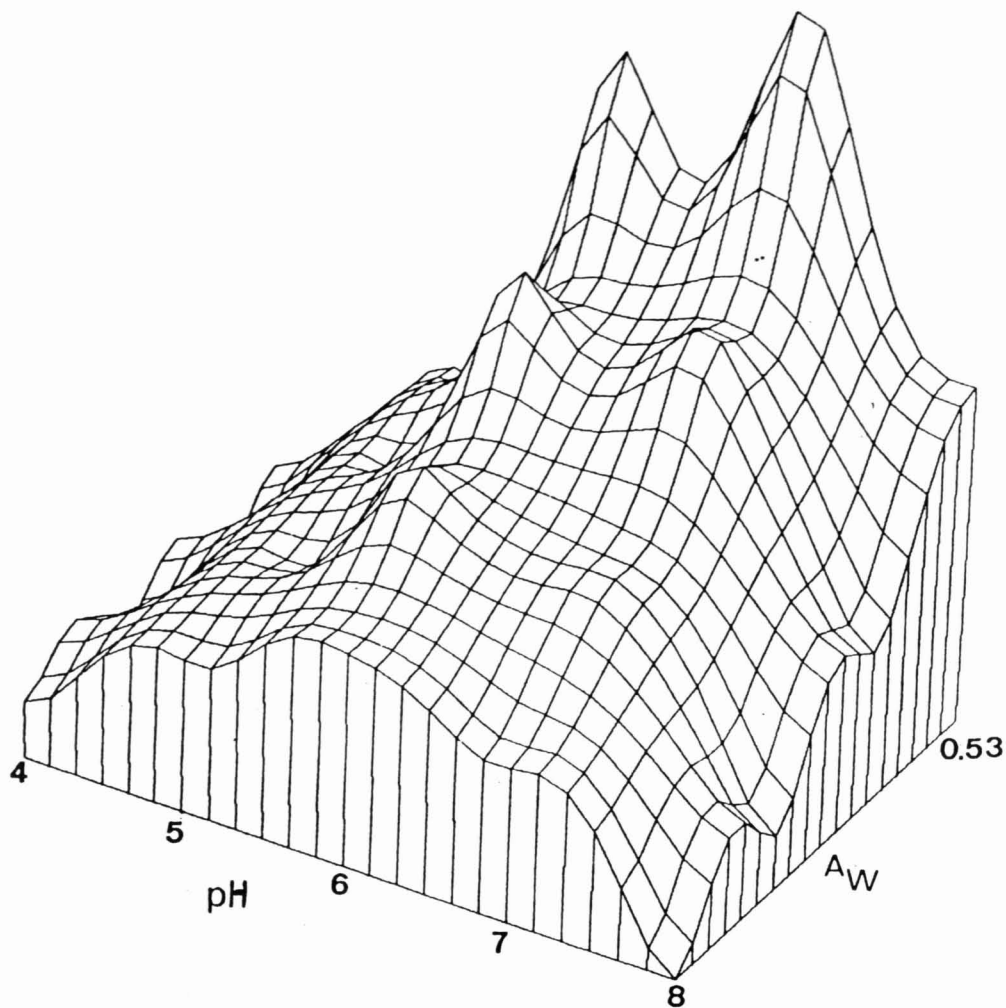


Figura 2.— Valors d'enfosquiment no enzimàtic (ordenades) d'un aliment model en funció de l'activitat d'aigua i el pH després de 135 dies a 30° C.

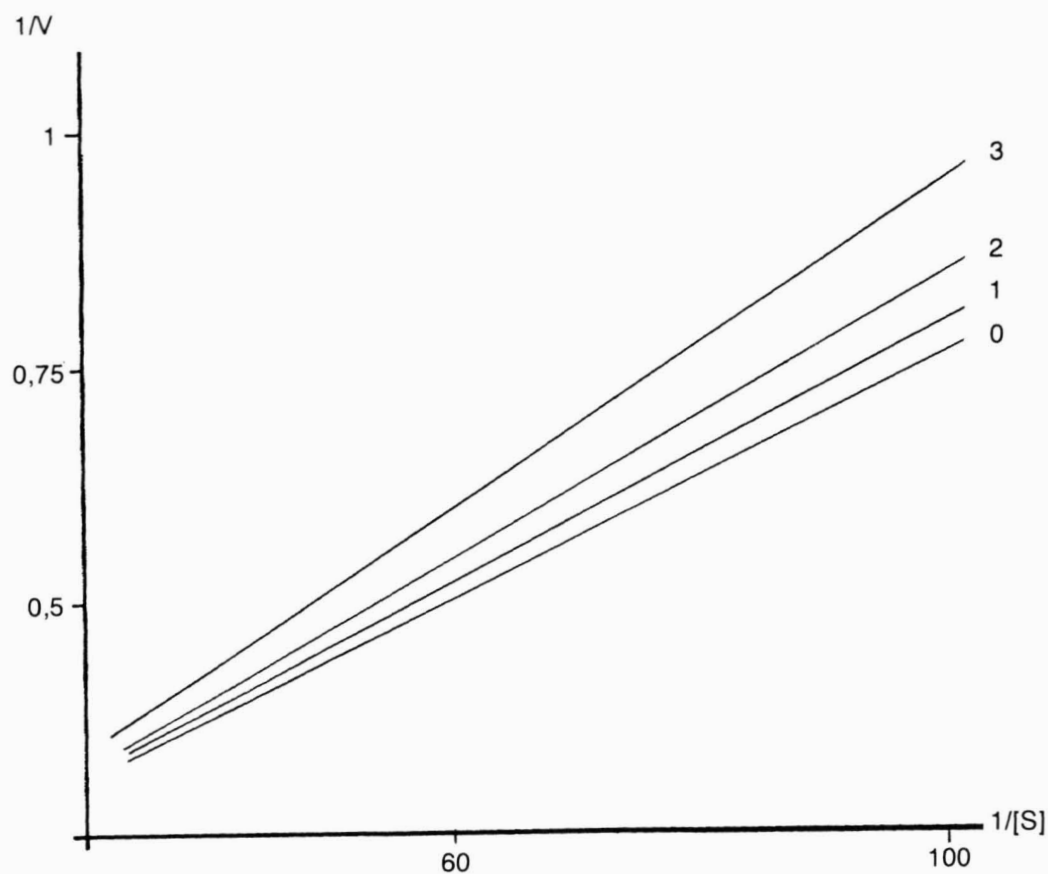


Figura 3.— Representació de Lineweaver-Burk per la reacció d'hidròlisi de l' $\alpha$ -amilasa sobre:

0 Midó

1 Acetilat amb índex d'acetilació 0,65

2 Acetilat amb índex d'acetilació 1,15

3 Acetilat amb índex d'acetilació 2,53